

ผลของน้ำขังรากต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเหลือง

ไพศาล เหล่าสุวรรณ^{1*} และ อัทพล ทองสมศรี²

Abstract

Laosuwan, Paisan and Autapol Thongsomsri. (1995). Effect of Waterlogging on Growth and Yield of Soybeans. Suranaree J. Sci. Technol. 2 : 27-32.

A large proportion of soybean seeds produced in Thailand is obtained from the crop planted as a sequential crop with rice in the rice paddy. Therefore, waterlogging due to excessive rainfall in certain growing periods may affect the growth and development of soybean. A study was conducted using a water pond to study the effects of waterlogging on soybean at 10, 20, 30, 40, 50 and 60 days after planting each at the period of 0, 2, 4 days and until harvest. Four varieties of soybean including SJ 4, SJ 5, Sukhothai 1 and Chiang Mai 60 were used in the study. They were planted in 12 - inch pots, 4 - 5 seeds per pot, thinned to 3 plants 8 days after emergence. These pots were put in the water pond according to the treatments indicated above. The experiment was conducted in a split-split plot design in three replications in which the varieties of soybean, periods exposed to waterlogging and the ages of soybeans are main plot, sub-plot and sub-sub plot, respectively. Waterlogging did not affect the number of days to flower and to harvest but it did increase plant height and decrease plant and root dry weight. The most dramatic effect was on seed yield which was reduced as much as 10% per 2 days of waterlogging. The deleterious effect was more serious on young soybean. Calculated variation index (VI) indicated that soybean varieties SJ 4 and SJ 5 were more tolerant to waterlogging than Sukhothai 1 and Chiang Mai 60.

บทคัดย่อ

ในการปลูกถั่วเหลืองในนาข้าวมักมีโอกาสดที่แปลงพืชมีน้ำท่วมขังราก ซึ่งอาจทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตลดลง ได้ทำการศึกษาผลของน้ำท่วมขังรากถั่วเหลืองเมื่ออายุ 10, 20, 30, 40, 50 และ 60 วัน โดยให้น้ำท่วมขัง 0, 2, 4, วัน และตลอดอายุจนเก็บเกี่ยว ทั้งนี้ใช้ถั่วเหลือง 4 พันธุ์ คือ สจ 4, สจ 5, สุโขทัย (สท) 1 และเชียงใหม่ (ชม.) 60 ทั้งนี้ ทดลองในบ่อซีเมนต์ซึ่งสามารถควบคุมระดับน้ำได้ ทำการทดลองโดยปลูกถั่วเหลืองในกระถางขนาด 12 นิ้ว ปลูก เมล็ด 4 - 5 เมล็ด เมื่อถั่วงอกได้ 8 วันก็ถอนให้เหลือ 3 ต้นต่อกระถาง นำกระถางนี้วางลงในอ่างน้ำตามเวลาและ อายุที่กำหนดการทดลองกระทำโดยใช้แผนการทดลองแบบ split-split plot โดยมีพันธุ์ถั่วเหลือง ระยะเวลาให้น้ำท่วมขัง และจำนวนวันท่วมขังเป็น main plot, sub-plot และ sub-sub plot ตามลำดับ ผลการทดลองปรากฏว่า น้ำท่วมขัง ไม่มีผลกระทบต่ออายุออกดอกและอายุฝักสุก การได้รับน้ำท่วมขังระยะเวลาเพียงสั้นๆ ทำให้ต้นสูงขึ้น น้ำหนักต้น และรากลดลง แต่ลักษณะที่ได้รับผลกระทบ ชัดเจนคือ ผลผลิต ซึ่งประมาณว่าลดลง 10 เปอร์เซ็นต์ ต่อการท่วมขัง 2 วัน เมื่อถั่วเหลืองอายุน้อยๆ คือ 10 - 20 วัน จะได้รับผลกระทบสูงกว่าเมื่อถั่วเหลืองอายุมากขึ้น จากการ วิเคราะห์โดยวิธีความแปรปรวนพบว่า ถั่วเหลืองพันธุ์ สจ 4 และ สจ 5 มีการทนทานต่อสภาวะน้ำขังได้ดีกว่า

¹ Ph.D., ศาสตราจารย์, สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000

² ปว.ช. (เกษตร), ผู้ช่วยวิจัย, คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หาดใหญ่ สงขลา 90110

* ผู้เขียนที่ให้การติดต่อ

พันธุ์ สท 1 และ ชม 60 อย่างไรก็ดี ควรได้มีการปรับปรุงพันธุ์ที่ทนต่อสภาพน้ำขังขึ้นโดยเฉพาะ เพื่อที่จะปลูกพืชนี้ในนาตามหลังข้าว

Key words : Waterlogging, variation index, effect of waterlogging

ถั่วเหลืองเป็นพืชตระกูลถั่วที่มีความสำคัญอย่างยิ่งของโลกพืชหนึ่ง แต่ละปีมีการปลูกกันกว่า 364 ล้านไร่ ให้ผลผลิตกว่า 107 ล้านตัน ในประเทศไทยมีการปลูกถั่วเหลืองกันในภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ รวมพื้นที่ประมาณ 2.6 ล้านไร่ ให้ผลผลิตประมาณ 5 แสนตัน (ศูนย์สถิติการเกษตร, 2535)

เนื่องจากการปลูกถั่วเหลืองในประเทศไทยในบางท้องที่เป็นการปลูกในนาข้าว เป็นการปลูกหมุนเวียนกับการปลูกข้าว เมื่อมีการให้น้ำ หรือเมื่อมีฝนตกก็จะทำให้น้ำท่วมขังแปลงปลูกอยู่ชั่วระยะเวลาหนึ่ง ซึ่งอาจจะทำให้เกิดผลเสียหายต่อถั่วเหลืองเหมือนกับเกิดกับพืชอื่นๆ บางชนิดก็ได้

เมื่อแปลงปลูกพืชมีน้ำท่วมขังอยู่ชั่วระยะเวลาหนึ่ง พืชบางชนิดอาจชะงักการเจริญเติบโต ได้รับผลเสียหาย เนื่องจากการที่พืชขาดออกซิเจน ขาดแร่ธาตุที่จำเป็น (Sherard and Leyshon, 1976 ; Armstrong, 1978) เกิดก๊าซพิษบางชนิด เช่น มีเทน ไฮโดรเจน ซัลไฟด์ ฯลฯ บริเวณราก จนทำให้รากเน่า (Sachs et al., 1980) ถ้าเป็นพืชตระกูลถั่วก็พบว่าการสร้างปมได้น้อย ปมเล็ก จึงมีการตรึงไนโตรเจนได้น้อย (Minchin and Pate, 1975) ถ้าถั่วเขียวได้รับน้ำท่วมขังรากในระยะก่อนออกดอก แม้มีระยะเวลาเพียง 1 วัน หรือ 24 ชั่วโมงก็ทำให้การเจริญเติบโตชะงัก ผลผลิตลดลงถึง 12 - 15 เปอร์เซ็นต์ (ไพศาล เหล่าสุวรรณ, 2532) ในถั่วลิสกัก็ทำให้น้ำหนักต้นแห้ง ผลผลิตจำนวนเมล็ดต่อต้นลดลง และขนาดเมล็ดเล็กลง (Laosuwan and Anuchan, 1990).

การทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบของน้ำท่วมขังต่อการเจริญเติบโต การให้ผลผลิต และลักษณะอื่นๆ ของถั่วเหลือง และคัดเลือกพันธุ์ถั่วเหลืองเพื่อส่งเสริมในการปลูกในนาตามหลังข้าวต่อไป

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

การทดลองนี้กระทำในแปลงทดลองของคณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ทำการทดลองโดยใช้กระถางดินขนาด 12 นิ้ว และบ่อซีเมนต์ที่จัดทำขึ้นให้สามารถควบคุมปริมาณน้ำให้สูงต่ำได้ตามต้องการ เป็นบ่อขนาดกว้าง 1.20 เมตร ยาว 5 เมตร ลึก 30 ซม. จำนวนหลายบ่อ มีช่องระบายน้ำออกได้ในระดับตามต้องการ ทำการศึกษาผลของน้ำท่วมขังเมื่อถั่วเหลืองมีอายุ 10, 20, 30, 40, 50 และ 60 วัน โดยให้มีเวลาท่วมขัง 0, 2, 4 วัน และตลอดอายุจนถึงเก็บเกี่ยว และใช้ถั่วเหลืองพันธุ์ส่งเสริม 4 พันธุ์ คือ พันธุ์ สท 4 (SJ 4), สท 5 (SJ 5), สุโขทัย 1 (ST 1) และเชียงใหม่ 60 (CM 60) ทดลองโดยใช้แผนการทดลองแบบ split-split plot design จำนวน 3 ซ้ำ โดยให้พันธุ์ถั่วเหลือง ระยะเวลาท่วมขัง และอายุของถั่วเหลืองเป็น main plot, sub-plot และ sub-sub plot ตามลำดับ

ในการทดลอง ใส่อินลงในกระถางปริมาณเท่าๆ กัน ใส่น้ำที่รีปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต และปุ๋ยขาวแคลเซียมออกไซด์ในอัตรา 10 และ 100 กก./ไร่ ตามลำดับ นำเมล็ดถั่วเหลืองมาคลุกด้วยเชื้อไรโซเบียม แล้วนำลงปลูกในกระถางที่เตรียมไว้ โดยฝังลงในดินภายในกระถางลึกประมาณ 2 - 3 ซม. จำนวน 5 - 6 เมล็ดต่อกระถาง เมื่อถั่วเหลืองงอกได้ 8 วัน ถัดมาให้เหลือ 3 ต้นต่อกระถาง แล้ววางกระถางลงในบ่อซีเมนต์ตามอายุ และเวลาที่กำหนด ควบคุมน้ำให้สูงกว่าระดับผิวดินในกระถางประมาณ 2 - 4 ซม. ตลอดการทดลองและมีการใช้สารเคมีกำจัดแมลงโมโนโครโตฟอส อัตรา 1 ซีซี ต่อน้ำ 1 ลิตร ตามความจำเป็น

ลักษณะที่บันทึก ในการทดลองทำการบันทึกลักษณะต่างๆ ดังนี้

1. อายุถึงวันออกดอก บันทึกเป็นจำนวนวันนับตั้งแต่วันปลูกถั่วเหลืองถึงวันดอกแรกบาน

2. อายุถึงวันฝักแรกสุก บันทึกเป็นจำนวนวันนับตั้งแต่วันปลูกถึงวันฝักแรกสุก

3. ความสูงของต้น วัดความสูงจากระดับดินในกระถางถึงปลายบนสุดของลำต้น

4. น้ำหนักรากแห้งและต้นแห้ง ถอนพืชหลังจากเก็บเกี่ยวแล้วมาตัดแยกเป็นส่วนของราก และของลำต้นตรงข้อใบเลี้ยง (cotyledonary node) ทำความสะอาดส่วนราก โดยล้างดินออก แล้วอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง แล้วนำมาชั่งน้ำหนักโดยใช้เครื่องชั่งละเอียด

5. จำนวนฝักต่อต้น ทำการเก็บเกี่ยวและนับฝักทุกฝักจากทุกต้น

6. น้ำหนักเมล็ดต่อต้น ชั่งน้ำหนักเมล็ดเป็นรายต้น แล้วหาค่าเฉลี่ยเป็นน้ำหนักเมล็ดต่อต้นภายในแต่ละ sub-sub-plot

การวิเคราะห์ความทนทานต่อสภาพน้ำขังกระทำโดยครุฑณีความแปรปรวน (variation index) ซึ่งพัฒนาโดยไพศาล เหล่าสุวรรณ (2532)

ผลการทดลองและวิจารณ์

ก. ลักษณะของถั่วเหลืองพันธุ์ต่าง ๆ

ลักษณะบางลักษณะของถั่วเหลืองพันธุ์ต่างๆ ซึ่งปลูกทดลองในครั้งนี้แสดงไว้ในตารางที่ 1 ถั่วเหลืองพันธุ์ สจ 4 และ สจ 5 เป็นพันธุ์หนัก คือ ออกดอก

และฝักสุกช้ากว่าพันธุ์สุโขทัย 1 และ เชียงใหม่ 60 ให้ น้ำหนักต้น และผลผลิตต่อต้นดีกว่าพันธุ์สุโขทัย 1 และ เชียงใหม่ 60 อย่างไรก็ตาม การเปรียบเทียบพันธุ์ในแปลงทดลองพบว่าพันธุ์ เชียงใหม่ 60 ให้ผลผลิตสูงสุด (ประยูรท แก้วชูชื่น, 2536)

ข. ผลของน้ำขังต่อถั่วเหลือง

ผลของการที่ถั่วเหลืองได้รับน้ำขังแสดงไว้ในตารางที่ 2, 3 และ 4 ดังนี้

1. อายุถึงวันออกดอกและฝักแรกสุก การที่ถั่วเหลืองได้รับน้ำขังไม่ทำให้อายุออกดอก และฝักสุกของถั่วเหลืองพันธุ์ต่างๆ เปลี่ยนแปลงไปจากที่ไม่ได้รับน้ำขัง (ตารางที่ 2 และ 4) ซึ่งแตกต่างไปจากถั่วเขียวที่พบว่าอายุของดอกแรกเพิ่มขึ้น (ไพศาล เหล่าสุวรรณ และคณะ, 2532)

2. ความสูง ความสูงของต้นถั่วเหลืองทุกพันธุ์ จะเพิ่มขึ้นเมื่อได้รับน้ำขังช่วงสั้น 2 - 4 วัน แต่เมื่อได้รับน้ำขังอยู่นานกว่านั้น ทำให้ต้นเตี้ยลง (ตารางที่ 2 และ 4) การที่ถั่วเหลืองให้ต้นสูงขึ้นนี้อาจเป็นการยืดตัวของเซลล์ แต่เมื่อได้รับน้ำขังอยู่นานๆ ทำให้สมรรถนะในการแบ่งตัวของเซลล์ลดลง จึงทำให้ถั่วเหลืองที่ได้รับน้ำขังอยู่นานๆ มีลำต้นเตี้ยลง ทั้งนี้ในช่วงเวลาที่น้ำขังที่สั้นๆ อาจมีการสังเคราะห์ฮอร์โมนพวกออกซิน จิบเบอเรลลิน และไซโตไคนินเพิ่มขึ้น ฮอร์โมนเหล่านี้มีผลต่อการแบ่งและยืดตัวของเซลล์

Table 1. Different characters of soybeans grown in Songkhla.

Variety	Days to flower	Days to first ripe	Height	Plant dry weight	Pods/plant	Yield
	(no)	(no.)	(cm.)	(g plant ⁻¹)	(no.)	(g plant ⁻¹)
SJ 4	36	85	56	7.03	34	12.24
SJ 5	36	86	60	7.14	31	11.16
ST 1	32	83	57	5.76	29	10.15
CM 60	32	82	47	4.40	25	8.58
F - test	-	-	**	**	**	**
Isd (.01)	-	-	3	1.42	5	1.38

** Indicates significant difference at 0.01 level of probability.

3. น้ำหนักต้นและรากแห้ง น้ำหนักต้นของถั่วเหลืองแทบทุกพันธุ์ไม่ได้รับผลกระทบที่ชัดเจนเมื่อถั่วเหลืองได้รับน้ำขัง 2 และ 4 วัน แต่ทุกพันธุ์น้ำหนักต้นลดลงเมื่อได้รับน้ำขังตลอดฤดูปลูก (ตารางที่ 2 และ 4) น้ำหนักรากของพันธุ์ สจ 4 และ สจ 5 ลดลง เมื่อได้รับน้ำขังตั้งแต่ 2 วันขึ้นไป และเมื่อถั่วเหลืองได้รับน้ำขังตลอดฤดูปลูกน้ำหนักต้นจะลดลงอย่างมาก คือ ให้น้ำหนักต้นแห้งประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ของถั่วเหลืองที่ไม่ได้รับน้ำขัง แต่น้ำหนักรากลดลงเพียงเล็กน้อยตั้งแต่ได้รับน้ำขัง 4 วัน ต่อจากนั้นเกือบคงที่ เพราะมีรากใหม่เรียกว่ารากวิสามัญแตกออกมา เมื่อนำขึ้นจากน้ำ รากนี้ก็จะเป็กรากถาวรต่อไป

การทดลองในถั่วเขียวและถั่วลันเตาพบว่า น้ำหนักน้ำหนักแห้งลดลงตั้งแต่ได้รับน้ำขังเพียง 2 วัน (จรวาย แซ่ไว้น, 2531; Laosuwan and Anuchan, 1990)

4. ผลผลิต ผลผลิตของถั่วเหลืองพันธุ์ต่างๆ จะเริ่มลดลงเมื่อถั่วได้รับน้ำขัง 2 วัน จำนวนฝักต่อต้นลดลงอย่างช้าๆ ไม่ค่อยเห็นชัดเจน แต่ผลผลิตลดลงประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ ต่อการได้รับน้ำขังทุกๆ 2 วัน (ตารางที่ 3 และ 4)

การทดลองในถั่วเขียวและถั่วลันเตาให้คำตอบเป็นอย่างดีว่า ผลผลิตของพืชดังกล่าวนี้ลดลงเมื่อได้รับน้ำขัง 1 - 2 วัน ถั่วลันเตาอาจลดลงมากที่สุดคือ ผลผลิตจะเหลือเพียง 55 เปอร์เซ็นต์ เมื่อได้รับน้ำขัง 2 วัน (ไพศาล เหล่าสุวรรณ, 2532; Laosuwan and Anuchan, 1990)

ค. ผลของการที่ถั่วเหลืองได้รับน้ำขังในช่วงอายุต่างๆ

ถั่วเหลืองในอายุต่างๆ จะได้รับผลกระทบจากน้ำขังแตกต่างกัน (ตารางที่ 5) เมื่ออายุ 10 - 20 วัน เป็นช่วงที่ถั่วเหลืองได้รับผลกระทบมากที่สุดหรือเป็นช่วงที่พืชอ่อนแอ ซึ่งเห็นว่าความสูงของลำต้น น้ำหนักต้นแห้ง จำนวนฝัก/ต้น และผลผลิตจะต่ำลงเมื่อเปรียบเทียบกับถั่วเหลืองที่ไม่ได้รับน้ำขัง

Table 2. Different characters of soybeans exposed to different periods of waterlogging.

Variety	Periods of waterlogging (days)			
	0	2	4	Until harvest
	Days to flower (no.)			
SJ 4	36	36	36	36
SJ 5	36	36	36	36
ST 1	32	32	31	31
CM 60	32	31	31	33
	Days to first ripe (no.)			
SJ 4	85	86	86	86
SJ 5	87	87	87	86
ST 1	85	83	84	86
CM 60	84	84	85	84
	Plant height (cm.)			
SJ 4	57	57	59	53
SJ 5	60	66	64	50
ST 1	58	65	58	47
CM 60	49	51	46	40
	Plant dry weight (g plant ⁻¹)			
SJ 4	4.81	5.37	4.71	2.78
SJ 5	5.00	4.73	5.16	2.63
ST 1	3.98	4.53	4.20	2.67
CM 60	2.97	3.13	2.74	1.97
	Root dry weight (g plant ⁻¹)			
SJ 4	2.26	1.91	1.76	1.81
SJ 5	2.15	1.71	1.90	1.49
ST 1	1.78	1.89	1.79	2.11
CM 60	1.42	1.54	1.37	1.83

ซึ่งลักษณะเหล่านี้ลดลง 20 - 30 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นไม่ควรปล่อยให้มือน้ำขังในช่วงต้นๆ แต่เมื่อถั่วเหลืองอายุมากขึ้น คืออายุสูงกว่า 20 วันขึ้นไป ถั่วเหลืองก็จะทนต่อสภาวะน้ำขังรากสูงขึ้น ทำให้ลักษณะต่างๆ ดังกล่าวได้รับความเสียหายเพียงเล็กน้อย

ง. พันธุ์ถั่วเหลืองที่ทนต่อน้ำขัง

จากถั่วเหลืองที่ศึกษาครั้งนี้ 4 พันธุ์ ในการวิเคราะห์การทนต่อสภาวะน้ำขัง ซึ่งกระทำโดยใช้ดัชนีความแปรปรวน (variation index) พบว่า พันธุ์ สจ 4 และ 5 ให้การทนการทนน้ำขังสูง และเป็นบวก

จนถึง 4 วัน (ตารางที่ 6) แสดงว่า 2 พันธุ์นี้ทนน้ำขังได้ดี ส่วนพันธุ์สุโขทัย 1 และเชียงใหม่ 60 ค่านี้จะต่ำลงจนถึงติดลบเมื่อได้รับน้ำขัง 4 วัน แสดงว่าทนต่อน้ำขังได้น้อยกว่า 2 พันธุ์แรก ดังนั้นเมื่อจะปลูกในที่ลุ่มและไม่อาจหลีกเลี่ยงน้ำขังก็ควรใช้พันธุ์สง 4 หรือ สง 5

สรุป

เมื่อได้รับน้ำขัง ลักษณะต่างๆ เหล่านี้ของถั่วเหลือง ได้รับผลกระทบมากน้อยแตกต่างกัน เช่น การเจริญเติบโต การสะสมน้ำหนักแห้ง การพัฒนาของราก ผลผลิต และลักษณะอื่นๆ ที่ไม่ได้เก็บข้อมูล เช่น จำนวนใบ และพื้นที่ใบลดลง ใบถั่วเหลืองมีสีเหลืองเกิดจากการขาดน้ำและธาตุอาหารที่สำคัญเมื่อถั่วเริ่มได้รับน้ำขัง รากแขนงก็เริ่มตายตั้งแต่วันแรกแล้วมีรากวิสามนัญเกิดขึ้นในส่วนเหนือผิวดิน เมื่อน้ำ

Table 3. Seed yield of four varieties of soybean exposed to different periods of water logging.

Variety	Periods of waterlogging (days)			
	0	2	4	Until harvest
	Pod plant ⁻¹			
SJ 4	36	40	38	16
SJ 5	36	36	36	14
ST 1	32	34	36	16
CM 60	34	28	24	14
	Yield (g plant ⁻¹)			
SJ 4	12.25 a	11.37 a	10.03 a	2.75 b
SJ 5	11.15 a	9.78 a	9.81 a	2.42 b
ST 1	10.18 a	10.15 a	7.07 b	2.58 c
CM 60	8.88 a	7.83 a	7.24 a	3.34 b

1 Means within rows followed by different letters are significantly different.

Table 4. Effects of waterlogging on different characters of soybeans.

Period of waterlogging	Days to flower	Days to first ripe	Height	Plant dry weight	Root dry weight	Pods/plant	Yield	Yield
(no.)	(no.)	(no.)	(cm.)	(g plant ⁻¹)	(g plant ⁻¹)	(no.)	(g plant ⁻¹)	(%)
0	34	85	56	4.19	1.89	35	10.71	100
2	34	88	59	4.45	1.76	35	9.62	90
4	34	85	57	4.20	1.70	33	8.67	80
Until harvest	34	85	49	2.57	1.81	16	2.72	25
F-test	-	-	**	**	ns	**	**	-
lsd (.01)	3	0.69	-	5	1.39	-	-	-

ns, ** = not significant and significant at 0.01 level of probability, respectively.

ลด รากนี้บางส่วนก็จะกลายเป็นรากถาวรต่อไป แต่บางส่วนก็จะตายไป การทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าควรให้มีการคัดเลือกหรือปรับปรุงพันธุ์สำหรับการปลูกในนาข้าวโดยเฉพาะเพราะสภาพการปลูกนี้เสี่ยงต่อการได้รับน้ำขัง

เอกสารอ้างอิง

ศูนย์สถิติการเกษตร. 2535. สถิติการเกษตรของประเทศไทยมีเพาะปลูก 2535 - 38. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

Table 5. Seed yield and other characters of soybean exposed to waterlogging at different ages.

Period of waterlogging	Days to flower	Days to first ripe	Height	Plant dry weight	Root dry weight	Pods/plant	Yield
	(no.)	(no.)	(cm.)	(g plant ⁻¹)	(g plant ⁻¹)	(no.)	(g plant ⁻¹)
10	-	-	41	2.00	1.08	25	6.12
20	34	86	47	2.73	1.64	28	8.33
30	34	87	63	4.40	2.06	34	9.37
40	-	86	60	4.74	2.13	29	8.34
50	-	83	56	4.31	1.92	26	6.76
60	-	83	63	5.04	1.91	36	8.81
check ¹	34	85	56	4.10	1.89	35	10.61
F-test	-	-	**	**	ns	**	**
lsd (.01)	4	0.85	-	6	1.70		

¹ Without waterloggingTable 6. Variation index of soybean varieties.¹

Variety	Periods of waterlogging (days)			
	0	2	4	Until harvest
SJ 4	0.33	0.27	0.17	-0.70
SJ 5	0.35	0.18	0.18	-0.71
ST 1	0.41	0.29	-0.07	-0.03
CM 60	0.31	0.16	0.08	-0.54

¹ Variation Index of variety A

$$= \frac{\text{Yield of A} - \text{Average yield}}{\text{Average yield}}$$

ประยูร แก้วชูชื่น. 2536. การเปรียบเทียบพันธุ์ ถั่วเหลืองและวิธีการปลูกถั่วเหลืองในนาหลังการปลูกข้าว. วิทยานิพนธ์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

จรวช แซ่ไว้น. 2531. ผลของน้ำท่วมขังต่อการเจริญเติบโต การพัฒนาลักษณะ และผลผลิตของถั่วเขียว. วิทยานิพนธ์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ไพศาล เหล่าสุวรรณ. 2532. การศึกษาผลของสภาพน้ำท่วมขังต่อผลผลิตและลักษณะต่างๆ ของถั่วเขียว. รายงานผลงานวิจัยในการประชุมทางวิชาการ สาขาพืช ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 27 วันที่ 30 มกราคม - 1 กุมภาพันธ์ 2532. หน้า 257 - 267.

Armstrong, A.C. (1978). The effects of drainage treatments on cereal yields : results from experiments on clay lands. J. Agric. Sci. 91:229-235.

FAO, Regional Office for Asia and the Pacific (RAPA). (1993). Selected Indicators of Food and Agricultural Development in Asia and Pacific Region, 1981-1991. RAPA Publication 1992/15.

Laosuwan, Paisan and Anuchan, Nimitr. (1990). Effects of waterlogging on growth and yield of groundnut. OCDP Research Report for 1988. p.72-80.

Minchin, F.R., and Pate, J.S. (1975). Effects of water, aeration and salt regime on nitrogen fixation in a nodulated legume definition of an optimum root environment. J. Expt. Bot. 26: 60-69.

Sachs, M.M., Freeling, M. and Okimoto, R. (1980). The anaerobic proteins of maize. Cell 20: 761-767.

Sherard, R.W. and Leyshon, A.J. (1976). Short term flooding of soil: its effect on the composition of gas and water phases of soil and phosphorus uptake of corn. Can. J. Soil Sci. 56: 9-20.